

## ФОРМУВАННЯ ФІТОПАТОГЕННОГО МІКОБІОМУ НАСІННЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Ю.А. Туровнік**

доктор філософії

*Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)*

e-mail: [turovnykylia@gmail.com](mailto:turovnykylia@gmail.com);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3437-4660>

**А.І. Парфенюк**

доктор біологічних наук, професор

*Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)*

e-mail: [vereskrpar@ukr.net](mailto:vereskrpar@ukr.net);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0169-4262>

**І.В. Безноско**

кандидат біологічних наук

*Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)*

e-mail: [beznoskoirina@gmail.com](mailto:beznoskoirina@gmail.com);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2217-5165>

**І.І. Мосійчук**

аспірантка

*Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)*

e-mail: [mii97.dolina@gmail.com](mailto:mii97.dolina@gmail.com);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-2912>

Високий рівень контамінації насіння рослин соняшнику фітопатогенними мікроміцетами може призводити до істотного зниження врожайності цієї цінної культури, зменшення маслянистості насіння, погіршення його посівних якостей, збільшення кількісних і якісних втрат урожаю під час зберігання. В результаті життєдіяльності таких мікроорганізмів на насінні значно знижуються його якості: посівні (енергія проростання, схожість, життєздатність та продуктивність) і харчові (жирнокислотний склад, зменшення маслянистості та підвищення кислотного числа олії). Тому метою наших досліджень було визначення чисельності та спектру фітопатогенних мікроміцетів у мікобіомі насіння рослин соняшнику в умовах Центрального Лісостепу України. За результатами досліджень встановлено, що біологічні властивості рослин соняшнику гібридів Душко та Олівер в умовах традиційної та органічної технології вирощування можуть як пригнічувати, так і стимулювати чисельність мікроміцетів у мікобіомі насіння. Формування чисельності фітопатогенних мікроміцетів у мікобіомі насіння соняшнику гібридів Душко та Олівер за органічної технології вирощування рослин знаходилося на рівні традиційної технології і коливалось у плодovій оболонці від 5,0 до 5,5 тис. КУО/г, а у ядрах — від 2,1 до 2,6 тис. КУО/г сухого насіння. Мікобіом насіння рослин досліджуваних гібридів соняшнику представлений мікроміцетами з фітопатогенними властивостями (*A. alternata* та *F. oxysporum*) та видами, які здатні викликати пліснявіння насіння, що належать до родів *Penicillium* та *Aspergillus*, частота трапляння яких коливається від 5 до 65%. Фітопатогенні гриби, які заселяють насіння рослин соняшнику, є потужним чинником біологічного забруднення агроєкосистем і здатні істотно знижувати посівні якості та харчові показники якості насінневої продукції рослин соняшнику.

**Ключові слова:** КУО, мікроміцети, плодова оболонка, ядро, частота трапляння видів, біологічне забруднення агроєкосистем, біобезпека.

### ВСТУП

В умовах зростання антропогенного впливу на агроєнози й погіршення фітосанітарного стану сільськогосподарських угідь насіння культурних рослин інтенсивно забруднюється

фітопатогенними мікроорганізмами. Насіння є формою зберігання і поширення багатьох збудників хвороб грибного та бактеріального походження [1]. Лісостепова частина України належить до зони інтенсивного розвитку фа-

культативних паразитів некротрофного типу живлення, які є продуцентами мікотоксинів. Серед них найбільш поширеними в агроценозах соняшнику є види родів: *Aspergillus* P. Micheli ex Haller; *Penicillium* Link; *Fusarium* Link; *Alternaria* Nees, які паразитують на рослинах упродовж вегетації та зберігаються в ґрунті, на рослинних рештках, а також домінують у мікобіомі насіння [1; 2; 3]. Це призводить до біологічного забруднення агроєкосистем і зниження якості насіння соняшнику, що значною мірою позначається на ефективності сівозмін та розширює спектр і частоту застосування хімічних засобів захисту рослин.

У результаті життєдіяльності фітопатогенних мікроорганізмів значно знижуються як посівні якості насіння соняшнику (енергія проростання, схожість, життєздатність і продуктивність), так і харчові показники якості (змінюється жирнокислотний склад, зменшується маслянистість і підвищується кислотне число олії) [4; 5; 6]. За ураження олійного насіння грибною мікрофлорою відбувається не лише порушення ліпідно-білкового комплексу і зниження якісних показників готової продукції, але й накопичення метаболітів мікроміцетів, більшість із яких є високотоксичними для здоров'я людей і тварин. У продуктах харчування, які отримані під час переробки насіння соняшнику, виділяють афлотоксини, стеригматоцин, охратоксин, зеараленон і рубратоксини. Значну небезпеку для здоров'я людини становить не лише висока токсичність перелічених речовин, але й доведена їхня канцерогенна, мутагенна та тератогенна дія [7].

Отже, ураження насіння рослин соняшнику фітопатогенними мікроміцетами знижує основні якісні показники насінневої продукції та становить безпосередню небезпеку для здоров'я людей і тварин. Тому метою нашої роботи було визначення чисельності та спектру фітопатогенних мікроміцетів у мікобіомі насіння рослин соняшнику в умовах Центрального Лісостепу України як потужного чинника біологічного забруднення агроєкосистем.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Насіння культурних рослин є сприятливим субстратом для розвитку фітопатогенних мікроміцетів, оскільки великий запас у насінні білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин і мінімальна волога сприяють їх активному розвитку [4]. Як відмічає І. Ю. Боровська [5], фітопатогенні мікроміцети є основною причиною погіршення якості насінневого матеріалу культурних рослин. Контамінація насіння патогенними мікроміцетами перешкоджає форму-

ванню запланованої густоти стояння рослин і стимулює розвиток хвороб. Сходи з ураженого насіння не вирівняні, рослини пригнічені, зі зниженою продуктивністю. Через насіння може передаватися до 60% інфекцій, які викликані збудниками різної етіології [8].

Про значення патогенів, які переносяться з насінням, свідчать численні публікації зарубіжних і вітчизняних авторів [9–11]. Кошики рослин соняшнику разом із насінням є поживним субстратом для патогенних мікроорганізмів бактеріального та грибного походження. Фітопатогенні мікроміцети проникають у сім'янки (лушпиння та ядра) різними шляхами (механічні пошкодження, через укуси комах) і зберігаються там у вигляді міцелію та пікнід. У зв'язку із цим насіння є формою зберігання і поширення багатьох збудників хвороб [12; 13]. Представники родів *Penicillium* Link: Fr., *Aspergillus* Micheli, *Mucor* Mich, *Rhizopus* Ehrenb, *Botrytis* P. Micheli ex Pers, *Fusarium* Link: Fr та *Alternaria* Nees викликають пліснявіння насіння рослин соняшнику. Вони знижують схожість насіння та послаблюють сходи. Ендодітна інфекція призводить до відмирання і загнивання насіння [13].

Комплекс фітопатогенних мікроміцетів в епіфітному та ендодітному мікобіомі насіння рослин умовно поділяють на “польову інфекцію” та “інфекцію зберігання”. До збудників “польової інфекції” належать представники родів *Fusarium*, *Alternaria*, *Botrytis*, *Peronospora* та *Phomopsis*, а до групи “інфекції зберігання” відносять види родів *Aspergillus*, *Trichothecium*, *Mucor* та *Rhizopus* [14]. Вони здатні контаминувати насіння рослин під час його транспортування чи зберігання. Інтенсивність розвитку перелічених грибів обумовлюється абіотичними факторами навколишнього середовища, до яких належать температура та вологість субстрату, та біотичними: конкурентна здатність окремих видів мікроміцетів та їх токсигенні властивості [14].

У зв'язку зі збільшенням вимог до якості та екологічної безпечності рослинної продукції актуальним є дослідження проблеми забруднення насіння рослин соняшнику мікотоксинами. Ураження насіння соняшнику мікотоксинами відбувається на всіх етапах його формування, а саме: під час дозрівання в полі, під час збирання врожаю, під час обробки насіння, а також під час його зберігання [7]. У продуктах харчування, які отримані під час переробки насіння соняшнику, виділяють афлотоксини, стеригматоцин, охратоксин, зеараленон і рубратоксини. Значну небезпеку для здоров'я людини становить не лише висока токсичність перелічених токсинів, але й доведена канцерогенна,

мутагенна та тератогенна дія. Вони можуть навіть у дуже низьких концентраціях сприяти розвитку токсичного ефекту, а споживання продуктів і кормів, контамінованих цими речовинами, може супроводжуватися важкими захворюваннями людини й сільськогосподарських тварин — мікотоксикозами [15]. Фізіологічний ефект мікотоксинів різноманітний, до того ж один і той самий токсин здатен характеризуватися широким спектром дії на організм людини та тварин. Як свідчать результати наукових досліджень, ці сполуки негативно впливають на здоров'я і продуктивність свійських тварин, зумовлюють погіршення фізіологічного стану людини та знижують стійкість організму до захворювань [16].

Високий рівень контамінації насіння рослин сояшнику фітопатогенними мікроміцетами може призводити до істотного зниження врожайності вирощуваної культури, зменшення маслянистості насіння, погіршення їх посівних якостей, збільшення кількісних і якісних втрат урожаю під час зберігання [17]. Крім того, у результаті життєдіяльності мікроорганізмів значно знижуються як посівні якості насіння (енергія проростання, схожість, життєздатність та продуктивність), так і харчові показники якості: змінюється жирнокислотний склад, зменшується маслянистість і підвищується кислотне число олії. Кислотне число олії ураженого насіння збільшується в 17–60 разів у порівнянні зі здоровим насінням [14].

Із кожним роком спектр і чисельність фітопатогенних мікроміцетів у мікробіомі насіння рослин сояшнику значно варіює. Це пов'язано із генетичною стійкістю гібридів рослин до фітопатогенів, агрокліматичними умовами, інтенсивністю пошкодження насіння шкідниками, а також з умовами зберігання насіння [16]. Відомо,

що різні сорти та гібриди сояшнику володіють різною сприйнятливістю до ураження фітопатогенними мікроміцетами за однакових умов зберігання. Чисельність поверхневої та внутрішньої інфекції в насінні рослин сояшнику значною мірою залежить від гібриду та технологій його вирощування.

Отже, фітопатогенні гриби, які заселяють насіння рослин сояшнику, здатні істотно знижувати посівні якості та харчові показники якості насінневої продукції рослин сояшнику та є потужним чинником біологічного забруднення агроєкосистем.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на базі лабораторії біоконтролю агроєкосистем і органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН. Зразки насіння рослин сояшнику відбирали на дослідних полях Сквирської дослідної станції органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН упродовж 2018–2020 рр.

В умовах польового досліду вирощували гібриди сояшнику Душко та Олівер, сербської селекції (Institute of Fieldand Vegetable Crops Novi Sad (Serbia)) з нормою висіву 57 тис. шт./га. Досліджувані гібриди сояшнику є високопродуктивними та характеризуються значною стійкістю до хвороб і вовчка сояшникового. Розмір дослідних ділянок становив 75 м<sup>2</sup>. Агротехніка вирощування сояшнику — загальноприйнята для умов Центрального Лісостепу України. Захист посівів сояшнику від хвороб проводили відповідно до схеми, що представлена в таблиці 1.

Відомо, що на ріст і розвиток рослин сояшнику та поширення хвороб суттєво впли-

Таблиця 1

Схема захисту посівів сояшнику від хвороб (2018–2020 рр.)

Фаза розвитку культури	Назва препарату	Діюча речовина	Норма витрати, л/га
<i>Традиційна технологія вирощування</i>			
8–10 пар справжніх листків	Аканто Плюс 28, к.с.	Ципроконазол 80 г/л + пікоксістрабін 200 г/л	0,5–1,0
Бутонізація – початок цвітіння			
<i>Органічна технологія вирощування</i>			
4–5 пар справжніх листків	Аватар 2 Захист	Мікро- та ультрамікроелементи (Mg, Cu, Zn, Fe, Mn, Co, Mo, La, Ni, V, Ti, Se, Ag, Si, I, B) і цитрат калію — хелатований природними ді- і трикарбоновими органічними кислотами (лимонною, бурштиною, винною і яблучною	0,1–0,2
8–10 пар справжніх листків			

Джерело: сформовано авторами.

ває температура навколишнього середовища й кількість опадів. Інтегрованим показником цих факторів є гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який визначали за формулою 1 [18]:

$$\text{ГТК} = (P/t) \times 10, \quad (1)$$

де  $P$  — сума опадів (мм) за період із середньодобовими температурами повітря вище  $10^\circ\text{C}$ ;  $t$  — сума середньодобових температур за цей період.

Соняшник добре розвивається за ГТК 1,0–1,5 (достатнє зволоження). Проте за ГТК  $\geq 1,0$  підвищується ймовірність ураження культури різними хворобами, особливо білою та сірою гнилями. В умовах меншого зволоження можливий розвиток лише певних хвороб, таких як альтернاریоз, суха гниль кошиків, вертицильозне в'янення, а також розвиток вовчка соняшникового [2].

Детальний аналіз ГТК, згідно з прийнятою градацією значень [18], представлено в таблиці 2.

За результатами підрахунку ГТК можна зробити висновки, що вегетаційний період 2018 року характеризувався як достатньо вологий (ГТК 1,35), у той же час вегетаційний період 2019 року був посушливим, посуха не інтенсивна (ГТК 0,9), а 2020 рік — достатньо зволожений (ГТК 1,0). Ці умови навколишнього середовища є сприятливими для розвитку фітопатогенних мікроміцетів в агроценозі соняшнику.

Для більш точного дослідження поверхневої та внутрішньої інфекції насіння окремо визначали мікробіом плодової оболонки та ядер насіння соняшнику. Це дозволяє дослідити значний спектр збудників хвороб, які виділяються з плодової оболонки, та виявити інфекційний матеріал фітопатогенних мікроміцетів у ядрах насіння рослин соняшнику. Чисельність мікроміцетів у насінні вивчали методом розведення та поверхневого посіву суспензії на середовище Чапека [19]. Підрахунок кількості колоній

мікроміцетів у чашках Петрі здійснювали за допомогою автоматичного лічильника SCAN4000 (Interscience, France).

Кількість мікроміцетів виражали в колонієутворювальних одиницях (КУО) в 1 г сухого насіння та визначали за формулою 2 [19]:

$$N = (a \times 10^n) / V, \quad (2)$$

де  $N$  — кількість колонієутворювальних одиниць (КУО) в 1 г насіння;  $a$  — середня кількість колоній, що виростили в чашці Петрі цього розведення;  $n$  — номер розведення, з якого зроблено посів;  $V$  — об'єм суспензії, взятий для посіву ( $0,1 \text{ см}^3$ ).

Ідентифікацію мікроміцетів до роду та виду проводили на біологічному мікроскопі DN-200D за визначниками [20] та застосовуючи онлайн-базу даних MucosBank.

Частоту трапляння ( $A$ ) видів фітопатогенних мікроміцетів на насінні розраховували за формулою 3 [19]:

$$A = (B \times 100\%) / C, \quad (3)$$

де  $A$  — частота трапляння видів;  $B$  — кількість зразків, у яких виділено цей вид;  $C$  — загальна кількість виділених видів.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили з використанням математичних методів, які прописані в методичних рекомендаціях [21].

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Визначено чисельність фітопатогенних мікроміцетів та їх частоти трапляння в мікробіомі насіння рослин соняшнику гібридів Душко та Олівер в умовах традиційної та органічної технологій вирощування.

Мікологічний аналіз плодової оболонки насіння рослин соняшнику гібриду Душко в умовах традиційної технології вирощування культури показав, що впродовж 2018–2020 рр.

Таблиця 2

Значення ГТК упродовж вегетаційних періодів (2018–2020 рр.)

Рік	Місяць						Середнє значення
	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	
2018	0,3	0,9	2,6	2,9	0,1	1,3	1,35
2019	0,6	2,3	1,4	0,6	0,3	0,4	0,9
2020	1,7	1,8	0,9	0,8	0,5	0,4	1,0

Примітка: ГТК  $< 0,4$  — дуже сильна посуха; ГТК від 0,4 до 0,5 — сильна посуха; ГТК від 0,6 до 0,7 — середня посуха; ГТК від 0,8 до 0,9 — слабка посуха; ГТК від 1,0 до 1,5 — достатньо волого; ГТК  $> 1,5$  — надмірно волого [18].

Джерело: сформовано авторами.

чисельність мікроміцетів знижувалася від 5,5 тис. КУО/г до 5,1 тис. КУО/г сухого насіння (табл. 3).

Виявлено, що в ядрах насіння досліджуваного гібриду у 2018 році чисельність мікроміцетів складала 2,5 тис. КУО/г, проте у 2019 році їх чисельність знижувалася до 2,0 тис. КУО/г, а у 2020 році спостерігали підвищення чисельності мікроміцетів у ядрах до 2,2 тис. КУО/г сухого насіння. Це свідчить про значний селективний тиск рослин соняшнику гібриду Душко та хімічних елементів технології його вирощування на популяцію фітопатогенних мікроміцетів у мікробіомі насіння.

Дослідження мікробіому насіння рослин соняшнику гібриду Душко в умовах органічної технології показали, що чисельність мікроміцетів у плодовій оболонці насіння у 2018–2020 рр.

знаходилась у межах 5,3 тис. КУО/г (табл. 3). Разом із тим спостерігали істотне зниження чисельності мікроміцетів у ядрах насіння досліджуваного гібриду. Так, упродовж 2018–2020 рр. вона зменшувалася від 2,6 до 2,1 тис. КУО/г сухого насіння.

За результатами досліджень, представлених у таблиці 4, встановлено, що в період 2018–2020 рр. у плодовій оболонці насіння рослин соняшнику гібриду Олівер за традиційної технології вирощування чисельність мікроміцетів коливалася від 5,2 до 5,7 тис. КУО/г сухого насіння. Водночас кількість КУО мікроміцетів у ядрах насіння впродовж 2018 року складала 2,6 тис. КУО/г, у 2019 році відмічали зниження її чисельності (до 2,1 тис. КУО/г), а впродовж 2020 року кількість підвищувалася до 2,4 тис. КУО/г сухого насіння.

Таблиця 3

**Чисельність мікроміцетів (тис. КУО/г)  
у мікробіомі насіння рослин соняшнику гібриду Душко (2018–2020 рр.)**

Рік дослідження	Гібрид Душко			
	Традиційна технологія		Органічна технологія	
	Плодова оболонка	Ядро	Плодова оболонка	Ядро
2018	5,5	2,5	5,3	2,6
2019	5,4	2,0	5,1	2,3
2020	5,1	2,2	5,0	2,1
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	5,33±0,12	2,23±0,15	5,13±0,09	2,33±0,15
V, %	3,9	11,3	3,0	10,8
НІР <sub>05</sub>	0,54	0,65	0,40	0,65

Примітка: градація екологічного коефіцієнту варіації (V, %): від 0 до 10% — незначне варіювання; від 10–20% — середній рівень варіювання; від 20 і більше — значне варіювання [21].

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень.

Таблиця 4

**Чисельність мікроміцетів (тис. КУО/г)  
у мікробіомі насіння рослин соняшнику гібриду Олівер (2018–2020 рр.)**

Рік дослідження	Гібрид Олівер			
	Традиційна технологія		Органічна технологія	
	Плодова оболонка	Ядро	Плодова оболонка	Ядро
2018	5,7	2,6	5,5	2,8
2019	5,5	2,1	5,2	2,3
2020	5,2	2,4	5,1	2,4
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	5,47±0,15	2,37±0,15	5,27±0,12	2,50±0,15
V, %	4,6	10,6	4,0	10,6
НІР <sub>05</sub>	0,65	0,65	0,54	0,69

Примітка: градація екологічного коефіцієнту варіації (V, %): від 0 до 10% — незначне варіювання; від 10–20% — середній рівень варіювання; від 20 і більше — значне варіювання [21].

Джерело: сформовано авторами на основі власних досліджень.

За отриманими результатами встановлено, що в умовах традиційної технології вирощування в мікробіомі насіння гібриду Олівер чисельність фітопатогенних мікроміцетів була вищою в порівнянні із насінням гібриду Душко. Це свідчить про значний тиск біологічних властивостей рослин соняшнику гібриду Олівер на популяцію мікроміцетів у мікробіомі насіння.

У плодовій оболонці насіння соняшнику гібриду Олівер в умовах органічної технології вирощування рослин спостерігали зниження чисельності мікроміцетів порівняно із традиційною технологією (від 5,5 до 5,1 тис. КУО/г сухого насіння відповідно) (табл. 4). Водночас у ядрах насіння рослин гібриду Олівер чисельність мікроміцетів упродовж 2018 року становила 2,8 тис. КУО/г сухого насіння, а в період 2019–2020 рр. — знижувалася до 2,3 та 2,4 тис. КУО/г сухого насіння відповідно.

Отже, чисельність мікроміцетів у плодовій оболонці насіння рослин гібриду Олівер знаходилася на одному рівні із чисельністю мікроміцетів у плодовій оболонці гібриду Душко. Проте у ядрах насіння рослин соняшнику гібриду Олівер чисельність мікроміцетів була дещо вищою порівняно із їх чисельністю у ядрах насіння гібриду Душко.

Біологічні властивості гібридів Душко та Олівер в умовах традиційної та органічної технологій вирощування можуть як пригнічувати, так і стимулювати чисельність мікроміцетів у мікробіомі насіння. Формування чисельності фітопатогенних мікроміцетів у мікробіомі насіння гібридів Душко та Олівер за органічної технології вирощування рослин соняшнику знаходиться на рівні традиційної технології і коливається в плодовій оболонці від 5,0 до

5,5 тис. КУО/г, а у ядрах — від 2,1 до 2,6 тис. КУО/г сухого насіння.

За даними, що представлені на рис. 1, встановлено, що насіння досліджуваних гібридів соняшнику було контаміновано мікроміцетами, серед яких переважали гриби родів *Aspergillus* P. Micheli ex Haller, *Alternaria* Nees, *Penicillium* Link, *Fusarium* Link та *Mucor* Fresen. Вони характеризувалися різною частотою трапляння видів.

За результатами досліджень, встановлено, що в мікробіомі насіння рослин соняшнику гібриду Душко домінуючим фітопатогенним мікроміцетом був вид *Alternaria alternata*, частота трапляння якого становила 58%. Фітопатогенні мікроміцети виду *F. oxysporum* також паразитували на насінні соняшнику досліджуваного гібриду, з частотою трапляння 25%. Відмічали контамінацію насіння пліснявими грибами родів *Penicillium* та *Aspergillus*. Так, частота трапляння видів роду *Penicillium* у мікробіомі насіння рослин соняшнику гібриду Душко становила 30%, тоді як для видів *Aspergillus flavus* та *Aspergillus niger* цей показник був 31% та 15% відповідно. У насінні соняшнику досліджуваного гібриду рідкісними видами були представники роду *Mucor*, частота трапляння яких становила лише 5% (рис. 1).

Водночас у мікробіомі насіння рослин соняшнику гібриду Олівер домінуючими фітопатогенними видами були мікроміцети виду *A. alternata*, із частотою трапляння 65% (рис. 1). А частота трапляння фітопатогенних мікроміцетів виду *F. oxysporum* у мікробіомі насіння досліджуваного гібриду була нижчою і становила 20%. Серед представників цвілевих грибів найбільшою частотою трапляння характери-

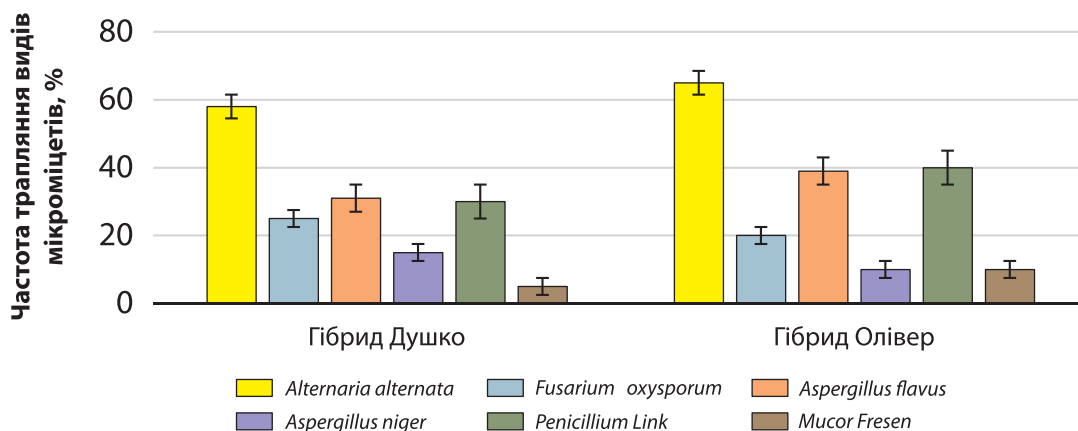
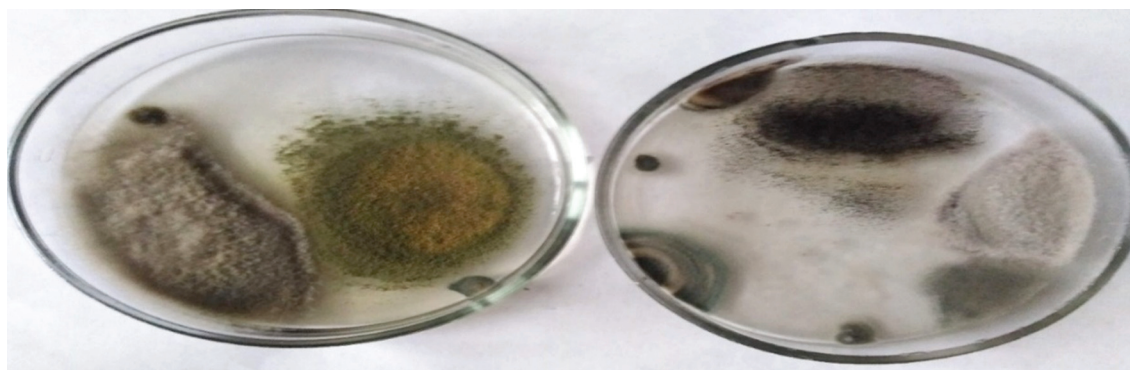


Рис. 1. Видовий склад і частота трапляння (%) мікроміцетів у мікробіомі насіння рослин соняшнику різних гібридів

Джерело: розроблено авторами на основі власних досліджень.



Гібрид Душко

Гібрид Олівер

**Рис. 2.** Спектр мікроміцетів у мікобіомі насіння рослин сояшнику, представлений видом *A. alternata* (7-ма доба культивування на середовищі Чапека)

Джерело: авторське фото.

зувались мікроміцети роду *Penicillium* (40%). Водночас частота трапляння видів *A. niger* та *A. flavus* була нижчою і становила 39% та 10% відповідно. У насінні сояшнику досліджуваного гібриду рідкісними видами були представники роду *Mucor*, частота трапляння яких становила 10% (рис. 1).

Спектр мікроміцетів у мікобіомі насіння рослин сояшнику досліджуваних гібридів представлений на рис. 2.

Високий рівень контамінації насіння рослин сояшнику зазначеними фітопатогенними мікроміцетами призводить до істотного зниження його схожості, з ураженого насіння розвиваються ослаблені сходи. Ендоефітна інфекція призводить до відмирання і загнивання насіння. В ураженому насінні накопичуються мікотоксини, які становлять небезпеку для здоров'я людини і тварин [10].

Отже, мікобіом насіння рослин сояшнику гібридів Душко та Олівер представлений мікроміцетами з фітопатогенними властивостями (*A. alternata* та *F. oxysporum*) та видами, які здатні викликати пліснявіння насіння, що належать до родів *Penicillium* та *Aspergillus*. Фітопатогенні гриби, які заселяють насіння рослин сояшнику є потужним чинником біологічного забруднення агроєкосистем і здатні істотно знижувати посівні якості та харчові показники якості насінневої продукції рослин сояшнику.

## ВИСНОВКИ

Біологічні властивості гібридів сояшнику Душко та Олівер в умовах традиційної та органічної технології вирощування можуть як пригнічувати, так і стимулювати чисельність мікроміцетів у мікобіомі насіння. Формування чисельності фітопатогенних мікроміцетів у мікобіомі насіння гібридів сояшнику Душко та Олівер за органічної технології вирощування рослин знаходиться на рівні традиційної технології і коливається в плодовій оболонці від 5,0 до 5,5 тис. КУО/г, а у ядрах — від 2,1 до 2,6 тис. КУО/г сухого насіння.

З'ясовано, що в мікобіомі насіння рослин сояшнику гібридів Душко та Олівер переважають гриби родів *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium* та *Aspergillus*. Домінуючим видом фітопатогенних мікроміцетів в агроєнозі сояшнику є гриб *Alternaria alternata*, частота трапляння якого коливається від 58 до 65%.

Проаналізовані результати досліджень свідчать про те, що фізіолого-біохімічні властивості гібридів сояшнику й технології їхнього вирощування істотно впливають на інтенсивність формування мікобіому насіння та диференціюються за впливом на його чисельність і видовий склад. Це вказує на необхідність моніторингу гібридів сояшнику за вказаними показниками перед його вирощуванням на виробничих посівах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Боровська І.Ю., Кириченко В.В., Петренкова В.П., Коломацька В.П. Стійкість гібридів сояшнику до хвороб в умовах північно-східної частини лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2008. № 3. С. 38–40.
2. Дерменко О.П. Хвороби сояшника: рекомендації щодо діагностики та заходів захисту. НУБІП. К.: 2017. 36 с. URL: <https://www.slideshare.net/agromedicina/darmentoleg> (дата звернення: 20.08.2020).
3. Андрійчук Т.О., Скорейко А.М., Кувшинов О.Я. Оцінка фітосанітарного стану посівів сояшнику в західному лісостепу України. *Захист і карантин рослин*. 2021. Вип. 67. С. 73–84. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.73-84>

4. Saleem S.M. Effect of Mint Leaves Powder (*Mentha* sp.) on Fungi Associated with Sunflower *Helianthus annuus* L. Seeds. *Pharmacy and Applied Health Sciences*. 2022. Vol. 1 (2). P. 18–21.
5. Боровська І.Ю., Петренко В.П., Рябчун В.К., Леонова Н.М., Криворучко Т.М. Сорти соняшнику — джерела стійкості до шкідливих організмів. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Фітопатологія та ентомологія*. 2012. № 11. С. 34–40.
6. Markell S., Harveson R., Block C., Gulya T., Fargo N.D., Febina M. Sunflower Disease Diagnostic Series. Reviewed Jan. 2018. P. 1727. URL: <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/sunflower-disease-diagnostic-series> (дата звернення: 04.03.2023).
7. EFSA on contaminants in the food chain (CONTAM); scientific opinion on the risks for animal and public health related to the presence of *Alternaria* toxins in feed and food. *EFSA Journal*. 2011. Vol. 9 (10). 97 p. URL: [www.efsa.europa.eu/efsajournal](http://www.efsa.europa.eu/efsajournal) (дата звернення: 15.09.2020).
8. Sharfun-Nahar M.M., Hashmi M.H. Seedborne mycoflora of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pakistan J. Bot.* 2005. Vol. 37 (2). P. 451–457.
9. Безноско І.В., Горган Т.М., Гаврилюк Л.В. Я., Туровнік Ю.А., Косовська Н.А. Патогенний мікобіом насіння сортів культурних рослин. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 1. С. 81–87. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227242>
10. Kumar S., Sinha A., Kumar R., Singh V., Hooda K.S., Nath K. Storage Fungi and Mycotoxins. In *Seed-Borne Diseases of Agricultural Crops: Detection, Diagnosis & Management*. Berlin, Germany: Springer International Publishing, 2020. P. 821–861.
11. Ahmad A., Sripong K., Uthairatanakij A., Photchanachai S., Pankasemsuk T., Jitareerat P. Decontamination of seed borne disease in pepper (*Capsicum annuum* L.) seed and the enhancement of seed quality by the emulated plasma technology. *Scientia Horticulturae*. 2022. Vol. 291. P. 110568. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110568>
12. Patil A.C., Suryawanshi A.P., Anbhule, Anbule K.A., Raner R.B., Hurule S.S. Detection of Sunflower Seedborne Mycoflora and their Effect on Seed and Seedling parameters. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2018. Vol. 6. P. 2509–2514.
13. Waghe K.P., Wagh S.S., Kuldhar D.P., Pawar D.V. Evaluation of different fungicides, bioagents and botanicals against *Alternaria* blight caused by *Alternaria helianthi* (Hansf) of sunflower. *African Journal of Agricultural Research*. 2015. Vol. 10 (5). P. 351–358. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2014.8919>
14. Hatim S.H., Al-Salami I., Jabbar M.K. Detection of seed-borne fungi associated with three sunflower cultivars and their effect on seed germination. *Int. J. Agricult. Stat. Sci.* 2022. Vol. 18 (1). P. 2041–2045.
15. Антоняк Г., Федяков Р., Коваль Н., Стефанишин О. Вплив мікотоксинів на здоров'я тварин. *Науковий вісник ветеринарної медицини*. 2010. Вип. 5 (78). С. 10–13.
16. Chen A., Mao X., Sun Q., Wei Z., Li J., You Y. *Alternaria* mycotoxins: An overview of toxicity, metabolism, and analysis in food. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2021. Vol. 69 (28). P. 7817–7830. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c03007>
17. Addrach M.E., Zhang Y., Zhang J., Liu L., Zhou H., Chen W., Zhao J. Fungicide treatments to control seed-borne fungi of sunflower seeds. *Pathogens*. 2019. Vol. 9 (1). P. 29. DOI: <https://doi.org/10.3390/pathogens9010029>
18. Кульбіда М.І., Барабаш М.Б., Єлістратова Л.О., Адаменко Т.І., Гребенюк Н.П., Татарчук О.Г., Корж Т.В. Клімат України: у минулому... і майбутньому? / За ред. М.І. Кульбіди, М.Б. Барабаш. Монографія. К.: Сталь, 2009. 234 с.
19. Парфенюк А.І., Безноско І.В., Туровнік Ю.А., Гаврилюк Л.В. Екологічне оцінювання впливу гібридів соняшника на формування фітопатогенного фону в умовах органічного виробництва: методичні рекомендації. Київ: ЦП “КОМПРИНТ”. 2020. 20 с.
20. Волощук Н.М., Коваль Э.З., Руденко А.В. Пеницилли. Руководство по идентификации. Киев: ННІРЦУ. 2016. 408 с.
21. Камінський В.Ф., Буслаєва Н.Г. Основы прикладного математического анализа: методичні рекомендації. Київ: ВП “Едельвейс”. 2011. 28 с.

**FORMATION OF THE PHYTOPATHOGENIC MYCOBIOME  
OF SEEDS OF SUNFLOWER HYBRIDS IN THE CONDITIONS  
OF THE CENTRAL FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

**Turovnik Yu.**

PhD in Biological Sciences  
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)  
e-mail: [turovnikyulia@gmail.com](mailto:turovnikyulia@gmail.com);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3437-4660>

**Parfeniuk A.**

Doctor of Biological Sciences, Professor  
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)  
e-mail: [verespar@ukr.net](mailto:verespar@ukr.net);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0169-4262>



**Beznosko I.**

Candidate of Biological Sciences

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)

e-mail: beznoskoirina@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2217-5165>**Mosiichuk I.**

Postgraduate Student

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)

e-mail: mii97.dolina@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-2912>

*A high level of contamination of the seeds of sunflower plants with phytopathogenic micromycetes can lead to a significant decrease in the yield of this valuable crop, a decrease in the oiliness of the seeds, a deterioration of its sowing qualities, and an increase in the quantitative and qualitative losses of the crop during storage. As a result of the vital activity of microorganisms on plant seeds, both the sowing qualities of the seeds (germination energy, germination, viability and productivity) and food quality indicators are significantly reduced (the fatty acid composition changes, oiliness decreases and the acid number of the oil increases). Therefore, the goal of our work was to determine the number and spectrum of phytopathogenic micromycetes in the mycobiome of sunflower seeds in the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine. According to the research results, it was found that the biological properties of Dushko and Oliver hybrids, in the conditions of traditional and organic cultivation technologies, can both suppress and stimulate the number of micromycetes in the seed mycobiome. The formation of the number of phytopathogenic micromycetes in the mycobiome of the seeds of Dushko and Oliver hybrids under the organic technology of growing sunflower plants was at the level of traditional technology and ranged from 5.0 to 5.5 thousand CFU/g in the fruit shell, and from 2.1 to 2.6 thousand CFU/g of dry seeds. The seed microbiome of the investigated sunflower hybrids is represented by micromycetes with phytopathogenic properties (*A. alternata* and *F. oxysporum*) and species capable of causing seed mold (*Penicillium*, *Aspergillus*), the frequency of which varies from 5 to 65%. Phytopathogenic fungi inhabiting the seeds of sunflower plants are a powerful factor in the biological pollution of agroecosystems and are capable of significantly reducing seed quality and nutritional quality indicators of seed production of sunflower plants.*

**Keywords:** CFU, micromycetes, fruit shell, core, frequency of occurrence of species, biological pollution of agroecosystems, biosecurity.

**REFERENCES**

1. Borovska, I.Yu., Kyrychenko, V.V., Petrenkova, V.P., Kolomatska, V.P. (2008). Stiikist hibrydiv soniashnyku do khvorob v umovakh pivnichno-skhidnoi chastyny lisostepu Ukrainy [Resistance of sunflower hybrids to diseases in the conditions of the northeastern part of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii — Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3, 38–40 [in Ukrainian].
2. Dermenko, O.P. (2017). *Khvoroby soniashnyka: rekomendatsii shchodo diahnozyky ta zakhodiv zakhystu* [Sunflower diseases: recommendations for diagnosis and protective measures]. Kyiv: NUBIP [in Ukrainian].
3. Andriichuk, T.O., Skoreiko, A.M., Kuvshynov, O.Ya. (2021). Otsinka fitosanitarnoho stanu posiviv soniashnyku v Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy [Assessment of phytosanitary status of sunflower crops in the Western Forest-Steppe of Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roslyn — Protection and quarantine of plants*, 67, 73–84 [in Ukrainian].
4. Saleem, S.M. (2022). Effect of Mint Leaves Powder (*Mentha* sp.) on Fungi Associated with Sunflower *Helianthus annuus* L. Seeds. *Pharmacy and Applied Health Sciences*, 1 (2), 18–21 [in English].
5. Borovska, I.Yu., Petrenkova, V.P., Riabchun, V.K., Leonova, N.M., Kryvoruchko, T.M. (2012). Sorty soniashnyku — dzherela stiikosti do shkidlyvykh orhanizmiv [Sunflower varieties are sources of resistance to harmful organisms]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu im. V. V. Dokuchaieva — Bulletin of Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaeva*, 11, 34–40 [in Ukrainian].
6. Markell, S., Harveson, R., Block, C., Gulya, T., & Mathew, F. (2015). Sunflower disease diagnostic series [in English].
7. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). (2011). Scientific opinion on the risks for animal and public health related to the presence of *Alternaria* toxins in feed and food. *EFSA journal*, 9 (10), 2407 [in English].
8. Sharfun-Nahar, M.M., & Hashmi, M. H. (2005). Seed-borne mycoflora of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pak. J. Bot.*, 37 (2), 451–457 [in English].
9. Beznosko, I.V., Horhan, T.M., Havryliuk, L.V., Turonnik, Yu.A., Kosovska, N.A. (2021). Patohennyi mikrobiom nasinnia sortiv kulturnykh roslyn [Pathogenic mycobiome of seeds of cultivated plant varieties]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 1, 81–87 [in Ukrainian].

10. Kumar, R., Gupta, A. et al. (2020). *Seed-borne diseases of agricultural crops: Detection, diagnosis & management*. Berlin, Germany: Springer International Publishing. P. 821–861 [in English].
11. Ahmad, A., Sripong, K., Uthairatanakij, A., Photchanachai, S., Pankasemsuk, T., & Jitareerat, P. (2022). Decontamination of seed borne disease in pepper (*Capsicum annuum* L.) seed and the enhancement of seed quality by the emulated plasma technology. *Scientia Horticulturae*, 291, 110568 [in English].
12. Patil, A.C., Surpawanshi, A.P., Anbhule, K.A., Raner, R.B., & Hurule, S.S. (2018). Detection of sunflower seedborne mycoflora and their effect on seed and seedling parameters. *Int J Curr Microbiol Appl Sci*, 6, 2509–2514 [in English].
13. Waghe, K.P., Wagh, S.S., Kuldhar, D.P., & Pawar, D.V. (2015). Evaluation of different fungicides, bioagents and botanicals against *Alternaria* blight caused by *Alternaria helianthi* (Hansf) of sunflower. *African Journal of Agricultural Research*, 10 (5), 351–358 [in English].
14. Hatim, S.H., Al-Salami, I., & Jabbar, M.K. (2022). Detection of seed-borne fungi associated with three sunflower cultivars and their effect on seed germination. *Int. J. Agricult. Stat. Sci*, 18 (1), 2041–2045 [in English].
15. Antoniuk, H., Fediakov, R., Koval, N., Stefanyshyn, O. (2010). Vplyv mikotoksyniv na zdorovia tvaryn [The effect of mycotoxins on animal health]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny — Scientific Bulletin of Veterinary Medicine*, 5 (78), 10–13 [in Ukrainian].
16. Chen, A., Mao, X., Sun, Q., Wei, Z., Li, J., You, Y., Li, Y. (2021). *Alternaria* mycotoxins: An overview of toxicity, metabolism, and analysis in food. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69 (28), 7817–7830 [in English].
17. Addrach, M.E., Zhang, Y., Zhang, J., Liu, L., Zhou, H., Chen, W., Zhao, J. (2019). Fungicide treatments to control seed-borne fungi of sunflower seeds. *Pathogens*, 9 (1), 29 [in English].
18. Kulbida, M.I., Barabash, M.B., Yelistratova, L.O., Adamenko, T.I., Hrebenuk, N.P., Tatarchuk, O.H., Korzh, T.V. (2009). *Klimat Ukrainy: u mynulomu...i maibutnomu?: monohrafiia [Climate of Ukraine: in the past... and in the future?: monograph]*. Kyiv: Stal [in Ukrainian].
19. Parfeniuk, A.I., Beznosko, I.V., Turovnik, Yu. A. Havryliuk, L.V. (2020). *Ekolohichne otsiniuvannya vplyvu hibrydiv soniashnyka na formuvannya fitopatohennoho fonu v umovakh orhanichnoho vyrobnytstva: metodychni rekomendatsii [Ecological assessment of the influence of sunflower hybrids on the formation of phytopathogenic background in organic production conditions: methodological recommendations]*. Kyiv: TsP “KOMPRYNТ” [in Ukrainian].
20. Voloschuk, N.M., Koval, E.Z., Rudenko, A.V. (2016). *Penitsillii. Rukovodstvo po identyfikatsii [Penicillia. Identification guide]*. Kyiv: NNIRTsU [in Russian].
21. Kaminskyi, V.F., Buslaieva, N.H. (2011). *Osnovy prykladnoho matematychnoho analizu: metodychni rekomendatsii [Basics of applied mathematical analysis: methodical recommendations]*. Kyiv: VP “Edelveis” [in Ukrainian].

### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Туровнік Юлія Анатоліївна**, доктор філософії, Інститут агроєкології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: [turovnykulyia@gmail.com](mailto:turovnykulyia@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3437-4660>)

**Парфенюк Алла Іванівна**, доктор біологічних наук, професор, Інститут агроєкології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: [verespar@ukr.net](mailto:verespar@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0169-4262>)

**Безноско Ірина Володимирівна**, кандидат біологічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: [beznoskoirina@gmail.com](mailto:beznoskoirina@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2217-5165>)

**Мосійчук Ірина Іванівна**, аспірантка, Інститут агроєкології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: [mii97.dolina@gmail.com](mailto:mii97.dolina@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-2912>)